

10/771,523

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年    2 月    6 日  
Date of Application:

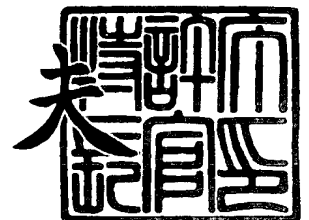
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 2 9 6 0 2  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 0 2 9 6 0 2 ]

出      願      人            株 式 会 社 リ コ ー  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    2 月    4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 5 8 6 1



【書類名】 特許願

【整理番号】 0209890

【提出日】 平成15年 2月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 17/08

【発明の名称】 投射光学系および画像投射装置

【請求項の数】 9

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号・株式会社リコー内

    【氏名】 藤田 和弘

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号・株式会社リコー内

    【氏名】 高浦 淳

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号・株式会社リコー内

    【氏名】 佐久間 伸夫

【特許出願人】

    【識別番号】 000006747

    【氏名又は名称】 株式会社リコー

【代理人】

    【識別番号】 100067873

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 樺山 亨

【選任した代理人】

    【識別番号】 100090103

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 本多 章悟

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014258

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809112

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 投射光学系および画像投射装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

変調信号に応じて画像形成するライトバルブに、光源からの照明光を照射し、上記ライトバルブに形成された画像を、投射光学系により拡大投射する画像投射装置において、上記ライトバルブに形成された画像を拡大投影する投射光学系であって、

ライトバルブの投影側に、上記ライトバルブの側から第 1、第 2 の順に配設される第 1 及び第 2 の光学系を有し、

上記第 1 の光学系は 1 以上の屈折光学系を含み、正のパワーを有し、  
上記第 2 の光学系はパワーを有する反射面を 1 以上含み、正のパワーを有し、

上記ライトバルブにより形成された画像を、上記第 1 及び第 2 の光学系の光路上に中間像として結像させ、上記中間像をさらに拡大して投射することを特徴とする投射光学系。

【請求項 2】

請求項 1 記載の投射光学系において、

第 1 及び第 2 の光学系の光路上において、中間像の結像位置を第 2 の光学系における正のパワーを持つ反射面に近づけるための、負のパワーをもつ光学素子を、上記中間像のライトバルブ側に有することを特徴とする投射光学系。

【請求項 3】

請求項 2 記載の投射光学系において、

第 2 の光学系が、少なくとも、正のパワーを有する反射面と負のパワーを有する反射面とを有することを特徴とする投射光学系。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 の任意の 1 に記載の投射光学系において、

第 2 の光学系の有する反射面の 1 面以上が自由表面で構成されたことを特徴とする投射光学系。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 の任意の 1 に記載の投射光学系において、  
中間像形成後の光束を最初に反射する正のパワーを持つ反射面が自由曲面で形成されていることを特徴とする投射光学系。

**【請求項 6】**

請求項 1 ～ 5 の任意の 1 に記載の投射光学系において、  
第 1 の光学系が、屈折光学系のみで構成されていることを特徴とする投射光学系。

**【請求項 7】**

請求項 1 ～ 5 の任意の 1 において、  
第 1 の光学系が、回転対称軸を有する反射面と屈折光学系とで構成されていることを特徴とする投射光学系。

**【請求項 8】**

請求項 6 または 7 記載の投射光学系において、  
屈折光学系が非球面形状の屈折面を有することを特徴とする投射光学系。

**【請求項 9】**

変調信号に応じて画像形成するライトバルブに、光源からの照明光を照射し、  
上記ライトバルブに形成された画像を、投射光学系により拡大投射する画像投射装置において、

ライトバルブに形成された画像を拡大投影する投射光学系として、請求項 1 ～ 8 の任意の 1 に記載のものを有することを特徴とする画像投射装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

この発明は、投射光学系および画像投射装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】**

画像投射装置として広く知られた液晶プロジェクタは、近来、液晶パネルの高解像化、光源ランプの高効率化に伴う明るさの改善、低価格化などが進み、また、DMD (Digital Micro-mirror Device) を利用した小型軽量の画像投射装置

の普及により、オフィスや学校のみならず家庭においても広くこれらプロジェクタが利用されるようになってきている。

特に、フロントタイプのプロジェクタは携帯性が向上し、数人規模の小会議にも使われるようになってきている。

#### 【0003】

画像投射装置であるプロジェクタにおいては、大画面の画像を投射できると共に、プロジェクタ外に必要とされる「投影空間」をできるだけ小さくできることが要請されている。

#### 【0004】

投射画面の大画面化を図りつつ、プロジェクタ外の投影空間を縮小するには、投射される画像を結像する結像光束の光路を、できるだけ、画像投射装置内部に「繰り込む」ことが良く、このような工夫を行った画像投射装置として、特許文献1～3記載のものが知られている。

#### 【0005】

特許文献1記載のものは、結像光学系の大型化を抑えて、広画角化を図るため、第1～第4の反射鏡を備え、第1反射鏡を凹面形状、第2～第4反射鏡を凸面として、これら反射鏡により結像光学系を構成している。また、第1～第4反射鏡のうち少なくとも1面を自由曲面形状として投射性能の確保を図っている。

#### 【0006】

特許文献2に記載された画像投射装置は、スクリーンまでの投射距離を短くした面投射型ディスプレイであり、凹面鏡と発散作用を有する凸面鏡の対と投射レンズとにより結像光学系を構成している。

#### 【0007】

特許文献3記載の画像投射装置は「ビデオプロジェクタ」であって、結像光学系における第1番目の鏡面を凸面形状とし、装置の薄型化を図っている。

#### 【0008】

特許文献1、3に記載された画像投射方式では、ライトバルブの画像をスクリーン上に拡大投射するのに、反射鏡のみで結像を行っており、色収差が原理的に発生しないというメリットがある。しかし、単板式でなく、3板式のように赤・

緑・青の画像を3つのライトバルブに別個に表示し、各画像をスクリーン上で合成するような場合には、クロスプリズムやフィリップスプリズム等の色合成手段を介在させる必要があり、色合成の際に色収差が発生するが、反射面のみによる結像光学系では色収差補正ができない。

【0009】

【特許文献1】

特開 2002-40326 号公報

【特許文献2】

特開 2002-174853 号公報

【特許文献3】

特公平 6-91641 号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

この発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、投射画面の大画面化を図りつつ、投射装置外の投影空間を縮小するために、反射面を含む結像光学系を採用しつつ、色収差も補正可能な投射光学系および、このような投射光学系を用いる画像投射装置の実現を課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

この発明の投射光学系は「変調信号に応じて画像形成するライトバルブに、光源からの照明光を照射し、ライトバルブに形成された画像を、投射光学系により拡大投射する画像投射装置において、ライトバルブに形成された画像を拡大投影する投射光学系」であって、以下の特徴を有する（請求項1）。

【0012】

即ち、ライトバルブの投影側（投射光束の進行側）に、ライトバルブの側から第1、第2の順に配設される第1及び第2の光学系を有する。

「第1の光学系」は、1以上の屈折光学系を含み、正のパワーを有する。

「第2の光学系」は、パワーを有する反射面を1以上含み、正のパワーを有する。

ライトバルブにより形成された画像は、第1および第2の光学系の作用により、第1及び第2の光学系の光路上に一旦「中間像」として結像され、この中間像がさらに拡大されてスクリーン等の表示面上に投射される。

#### 【0013】

請求項1記載の投射光学系においては、第1及び第2の光学系の光路上において「中間像の結像位置を第2の光学系における正のパワーを持つ反射面に近づける」ための、負のパワーをもつ光学素子を「中間像のライトバルブ側」に有することができる（請求項2）。この場合、第2の光学系は少なくとも「正のパワーを有する反射面と負のパワーを有する反射面とを有する」ことができる（請求項3）。

#### 【0014】

上記請求項1～3の任意の1に記載の投射光学系において、第2の光学系の有する反射面の1面以上を自由表面で構成することができる（請求項4）。

請求項1～4の任意の1に記載の投射光学系において、「中間像形成後の光束を最初に反射する正のパワーを持つ反射面」を自由曲面で形成することが好ましい（請求項5）。

#### 【0015】

上記請求項1～5の任意の1に記載の投射光学系において第1の光学系は「屈折光学系のみ」で構成することもできるし（請求項6）、「回転対称軸を有する反射面と屈折光学系と」で構成することもできる（請求項7）。

#### 【0016】

これら請求項6または7記載の投射光学系において、屈折光学系は自由曲面として「非球面形状の屈折面」を有することができる（請求項8）。

#### 【0017】

この発明の画像投射装置は「変調信号に応じて画像形成するライトバルブに、光源からの照明光を照射し、ライトバルブに形成された画像を、投射光学系により拡大投射する画像投射装置」であって、ライトバルブに形成された画像を拡大投影する投射光学系として、請求項1～8の任意の1に記載のものを有することを特徴とする（請求項9）。

**【0018】****【発明の実施の形態】**

以下、実施の形態を説明する。

図1は、画像投射装置の実施の1形態における要部を略示している。

**【0019】**

符号15で示す「ライトバルブ」は、この実施の形態において液晶パネルであり、以下、単にパネル15と称する。符号10で示す光源は、ランプとリフレクタによる発光部11と、この発光部11からの光束を照明光束とする照明光学系12とにより構成されている。光源10からの照明光束は、パネル15に照射される。

**【0020】**

ライトバルブであるパネル15は「変調信号に応じて画像形成」され、形成された画像は、光源10からの照明光束を2次元的に強度変調して透過させる。パネル15を透過した光束は、第1の光学系17と第2の光学系19により構成される「投射光学系」によりスクリーン21上に投射結像され、パネル15に画像形成された画像の拡大像を表示する。

**【0021】**

図2は、図1における投射光学系の部分を説明するための図である。

**【0022】**

ライトバルブであるパネル15の投影側に、パネル15の側から第1、第2の順に配設される第1及び第2の光学系17、19を有し、第1の光学系17は屈折光学系（レンズ）で正のパワーを有し、第2の光学系19はパワーを有する反射面を有し、正のパワーを有する。

**【0023】**

パネル15により形成された画像は第1及び第2の光学系17、19の光路上に中間像I<sub>int</sub>として結像され、スクリーン21上には、この中間像I<sub>int</sub>を「さらに拡大した画像」が投射結像される。

**【0024】**

第1の光学系17は、図2においては1枚のレンズとして示しているが、具体

的には「屈折光学系を含む種々の形態」、例えば、複数レンズによる構成や、レンズとミラーの組合せ、反射面と屈折面を一体化した構成等が適宜可能である。

#### 【0025】

第1の光学系17は、全体的に正のパワーを有しており、図2に示されたように、第1の光学系17により形成される中間像I<sub>int</sub>は「パネル15に形成された画像の倒立像」である。中間像I<sub>int</sub>の倍率は、パネル15上の画像の1～数倍程度であることが好ましい。中間像I<sub>int</sub>が縮小像であると、第1および第2の光学系全体として「大きな拡大率の表示画像」を得るためには、第2の光学系に大きな拡大倍率が必要となり、収差の補正等と大倍率のバランスを実現することが困難になる。

#### 【0026】

逆に、中間像I<sub>int</sub>の拡大倍率が大きくなりすぎると、第2の光学系のサイズが大きくなり、投射光学系、延いては画像投射装置を大型化してしまう。

#### 【0027】

図2には、+側の最大像高（図1における位置：a）と一側の最大像高（図1における位置：b）の2点に対応するパネル15上の位置：A、Bから上記位置：a、bへ向う光束の光路を模式的に示している。

#### 【0028】

中間像I<sub>int</sub>は必ずしも「平面状に結像」する必要は無く、第1の光学系17と第2の光学系19との合成光学系でスクリーン21上に投射される画像が「満足のいく画像」となるよう、合成光学系全体として性能を確保していればよい。従って、第1の光学系17による結像性能には特に制約はない。

#### 【0029】

図1、図2に示す実施の形態においては、第1の光学系17により形成された中間像I<sub>int</sub>を結像させた光束を、第2の光学系19で反射して光路を折り返し、中間像I<sub>int</sub>を形成する光束の進行方向と逆の向きに投射画像を投影するようになっている。

#### 【0030】

図1、図2の実施の形態では、第2の光学系19を1面の凹面鏡で構成した例

であるが、第2の光学系の形態はこれに限らず、反射面を2以上含むことができるし、反射面とともに屈折光学系を含むこともできる。

#### 【0031】

図1、図2の構成において、第2の光学系中にさらに1面の反射面を付け加えることにより、最終的に投射される光束の向きを「図1の向きと逆」にすることもできる。また、図1、図2の構成において、中間像 I int の形成される位置と、反射面 19 との間に、第2の光学系の一部として屈折光学系(レンズ系)を配し、反射面 19 に「より効率的に光量を取り込む」ようにすることができる。

#### 【0032】

図2に示したように、パネル 15 における位置：A を起点とする光束は、中間像 I int における位置：A' に重心を持つように集まり、集光後の光線は、集束角と同じ発散角で広がり、正のパワーを有する第2の光学系 19 により反射されて、図1におけるスクリーン 21 上の位置：a に結像する。

#### 【0033】

同様に、パネル 15 における位置：B を起点とする光束は、中間像 I int における位置：B' に重心を持つように集まり、集光後の光線は、集束角と同じ発散角で広がり、第2の光学系 19 により反射されて、図1におけるスクリーン 21 上の位置：b に結像する。

#### 【0034】

中間像 I int を形成させることにより、パネル 15 における位置：A、B からの光束の結像に寄与する反射面 19 の有効領域を「局所的に狭める」ことが可能となる。即ち、図2に示すように、位置：A からの光束に対する結像性能には、第2の光学系 19 の「反射領域 A' '」の形状が影響し、位置：B からの光束に対する結像性能は「反射領域 B' '」の形状が影響する。

#### 【0035】

従って、図1、図2に示す構成により、反射領域 A' '、B' ' の面形状を最適化することが可能である。逆に、第2の光学系 19 における凹面の形状を「局所的に変化」させることにより、スクリーン 21 上の各部への集光特性が制御可能となる。

特に、上記凹面を自由曲面形状とすることでその効果を最大限に生かせる。

#### 【0036】

従来から知られた光線追跡法などのシミュレーション手法により、最適な諸元設定を行えばよい。反射面により最適化を行えるので、色収差の発生、増加を抑えて、そのほかの集光特性を向上させる設計が可能となる。

#### 【0037】

第1の光学系17は、屈折光学系を含むので、「反射面だけでは補正不能な色収差」を屈折光学系により補正することが可能である。

#### 【0038】

また、スクリーン21上に投射される投射像に影響する諸収差で、第2の光学系の反射面のみでは補正できない部分は、第2の光学系に積極的に屈折光学系を取り入れて補正するようにしてもよい。

#### 【0039】

図1に示す如き構成において、第2光学系19の結像倍率を高めるには、中間像I<sub>int</sub>の形成される位置を、第2光学系19の反射面に近づければよい。これを、図3、図4を参照して説明する。

#### 【0040】

図3において、符号15はパネル、符号17Aは第1の光学系(レンズ)、符号19Aは第2の光学系(凹面鏡)を示し、符号21はスクリーンを示す。

#### 【0041】

光学系の緒元の表記に従い、パネル側から数えて、第*i*番目の面の曲率半径を $R_i$  ( $i=1\sim 3$   $i=1$ は第1の光学系17Aの入射側面、 $i=3$ は第2の光学系19Aの反射面)、第*i*番目の面と第*i*+1番目の面との間の面間隔を $T_i$  ( $i=0\sim 3$   $i=0$ はパネル15と第1の光学系17Aの入射側面との間、 $i=3$ は第2の光学系19Aとスクリーン21との間)とする。

#### 【0042】

図3の光学系の緒元は以下の通りである。

$i$	$R_i$ (mm)	$T_i$ (mm)	材質
0		85	

1	6 5	2 5	B K 7
2	- 5 5	2 2 5	
3	- 1 3 5	- 4 0 0	。

## 【0043】

パネル 15 における物体高は、± 7. 5 mm である。

## 【0044】

像高位置 0 (スクリーン 21 上の P 点) で、投射画像が最適に結像するように設定すると、物体であるパネル 15 における位置: A、B を起点として、スクリーン 21 上の位置: a、b に到達する各主光線の間隔は約 208 mm となる。

## 【0045】

ここで、図 4 に示すように、第 1 の光学系 17 B と第 2 の光学系 19 B を用い、第 1 の光学系 17 B のパワーを緩め、中間像 I<sub>int</sub> の位置を第 1 の光学系 17 B から遠ざけるようにし、同時に「像高 0 における集光性が保たれるように位置関係を保った」まま、第 2 の光学系 19 B における正のパワーを調整すると、これら光学系の緒元は以下の如くなる。

i	R i' (mm)	T i' (mm)	材質
0		8 5	
1	6 5	2 5	B K 7
2	- 6 0	2 2 5	
3	- 9 8	- 4 0 0	。

## 【0046】

パネル 15 における物体高は、± 7. 5 mm である。

## 【0047】

図 4 は、説明上、図 3 と光学配置を異なるように描いているが、上記緒元からあきらかなように、光学系の配置は、図 3 の配置と同じであり、図 3 の光学系と異なっているのは第 1 の光学系 17 B の射出側面の曲率と、第 2 の光学系 19 B の反射面の曲率のみである。

## 【0048】

このとき、パネル 15 における位置: A、B を起点として、スクリーン 21 上

の位置:  $a'$ 、 $b'$  に到達する各主光線の間隔は約 362 mm となり、図 3 に示す場合 (208 mm) よりも拡大率が向上している。即ち、第 1 の光学系における正のパワーが弱まり、中間像 I int が第 2 の光学系 19 B の「正のパワーを持つ反射面」に近づいた結果、拡大率が增大しているのである。上記のように、光学配置を変えることなく、屈折面・反射面の曲率半径を変化させるのみで、拡大率を向上させることができる。

#### 【0049】

上に説明したところを具体化するには、第 1 及び第 2 の光学系の光路上において「中間像の結像位置を第 2 の光学系における正のパワーを持つ反射面に近づけるための、負のパワーをもつ光学素子」を、中間像のライトバルブ側に設ければよい(請求項 2)。

#### 【0050】

中間像の位置を第 2 の光学系における正のパワーを持つ反射面に近づけるために、中間像のライトバルブ側に設ける負のパワーを持つ光学素子としては、凹レンズやフレネル凹レンズ、凸面状の反射鏡、あるいはこれらの複合系等を考えることができる。

#### 【0051】

実際には、各像高位置での集光特性を確保し、像面の歪みを補正する必要があるが、屈折面や反射面の面数を増やして設計の自由度を上げるなどし、従来から知られた光線追跡法などによるシミュレーションで最適化設計を行えばよい。

#### 【0052】

図 5 は、請求項 3 記載の発明の実施の 1 形態を略示している。煩雑をさけるため、混同の虞がないと思われるものについては、図 1 におけると同一の符号を付した。

この実施の形態では、第 2 の光学系 190 は、正のパワーを有する反射面 192 と負のパワーを有する反射面 191 とを有する。

#### 【0053】

パネル 15 からの光束は第 1 の光学系 17 の作用により結像光束となるが、中間像 I int が結像される以前に、負のパワーを持つ反射面 191 に入射し、反射

面 192 に向って反射される。そして、中間像 I int は反射面 191 と反射面 192 との中間部に形成される。中間像 I int は、反射面 192 の正のパワーによりさらに拡大され、スクリーン 21 上にパネル 15 上の画像が投射される。

【0054】

即ち、第 2 の光学系 190 における反射面 191 は、請求項 2 記載の発明における「中間像 I int が形成される位置を、第 2 の光学系 190 の正のパワーを持つ反射面 192 に近づける作用をもつ負のパワーを持つ光学系」の 1 例である。

【0055】

反射面 191 としては、凸反射面、フレネル凸反射鏡、正のパワーを持つホログラム反射鏡等、発散パワーを有する反射光学素子を適宜に利用できる。

【0056】

中間像の位置をライトバルブから離すために、投射光学系は多少大きくならざるを得ないが、上記「負のパワーをもつ光学系」を、反射鏡で構成することにより、光路を折返すレイアウトを採用でき、光学系全体のサイズは小さくすることができる。

【0057】

請求項 2 や 3 に記載の「中間像の結像位置を第 2 の光学系における正のパワーを持つ反射面に近づけるための、負のパワーをもつ光学素子」は、これを用いることにより、「第 2 の光学系における正のパワーを持つ反射面」への入射光束の「発散の程度」を狭める調整が可能となり、上記正のパワーを持つ反射面の「有効反射エリア」を小さくすることが可能となる。

【0058】

上記正のパワーを持つ反射面の有効反射エリアの調整や、同反射面の形状の局所的な形状付与、即ち「自由曲面形状の設定」により、集光特性や歪みなどをよりきめ細かく制御できる。

上記の如き構成の採用により、従来の投射光学系より広角化が可能となる。

【0059】

上の実施の形態で説明した各種の反射面のうち、少なくとも 1 面を自由曲面で構成することにより、設計の自由度が増し、諸収差の補正がし易くなる(請求項

4)。

#### 【0060】

ここに謂う「自由曲面」は、アナモフィック面や、X-Yポリノミナル面等、「非回転対称な面形状」を含む面である。

#### 【0061】

投射光学系に含まれる全ての面(屈折面、反射面)を自由曲面で構成すれば、設計上は、極めて良好な結像特性を実現できるが、実際には各面の相対位置誤差や偏芯誤差等の要求精度が厳しくなるので、自由曲面の数は多いほど良いというわけではなく、最適な自由曲面の数を設定するのがよい。

#### 【0062】

上に説明したように、中間像 I int を形成した光束は、その後、発散光束となり、第2の光学系における正のパワーを持つ反射面(凹面鏡)に入射する。従って、中間像 I int の各位置からの発散性の光束は、上記凹面鏡における局所的な反射領域で反射されてスクリーン上に結像する。換言すると、スクリーン上の各位置に結像する光束は、上記凹面鏡において「像高ごとに局所的な反射領域」に対応する。

#### 【0063】

このことから、上記凹面鏡(中間像を形成した光束が、中間像形成後最初に反射される反射面)の面形状を自由曲面とし「それぞれの像高に対する反射領域」ごとに、反射面の曲面形状を調整することにより、最も効果的に諸収差補正が可能となり性能向上を図ることができる(請求項5)。

#### 【0064】

面加工や組み付け性を考慮すると、自由曲面の数はできるだけ少ないのがよく、中間像を形成した直後の正のパワーを有する反射面(凹面鏡)に優先的に適用するのが最も効果的である。反射領域の調整に加え、「集光パワーを持つ凹面の局所的な形状を調整できる自由曲面」の形状設定によって、集光特性や像の歪みなどの特性をより向上させる設計が可能となる。

#### 【0065】

中間像の倍率は「等倍～数倍程度」であれば良く、中間像の形成に拘わる第1

の光学系の結像倍率は大きい必用がない、従って、第1の光学系は、従来からある屈折光学系のみによる構成(請求項6)で最適化が可能である。第1の光学系を屈折光学系のみで構成すると、第1の光学系の光学設計が容易になり、面加工や組み付け性に関しても許容公差を緩くすることが可能となる。

#### 【0066】

また、屈折面数等を増やして設計の自由度を増し、それにより、公差を分配して性能向上させることも可能である。

#### 【0067】

請求項6記載の発明では、第1の光学系を屈折光学系のみで構成するが、さらなる性能向上を望む場合は「第1の光学系構成上の自由度をさらに向上させる」ことが必要となる。

#### 【0068】

このような更なる性能向上を図る場合には、第1の光学系を「回転対称軸を有する反射面と屈折光学系とで構成」するのが良い(請求項7)。「回転対称軸を持つ反射面」は比較的作り易く、加工性と組み付け性を損なうことなく設計の自由度を向上するのに極めて有効である。この回転対称軸をもつ反射面を、非球面形状とすることによりさらに自由度が向上する。また、この反射面にシフトや偏芯の自由度を与えることにより、より自由度を向上させた設計が可能となる。

#### 【0069】

また、屈折光学系においても非球面形状を用いることができる。このような構成を採用することにより設計の自由度が向上し、より高性能な投射光学系を実現できる。

#### 【0070】

反射面の加工には、従来から知られた研磨加工や、金型による成形加工、精密な形状転写加工等、様々な加工法を採用できる。また、屈折透過面と反射面とが一体となった構成とし、内部全反射構造としてもよい。

#### 【0071】

図1を参照して、画像投射装置の実施の1形態を説明する。

光源10における発光部11のランプとしては、ハロゲンランプ、キセノンラ

ンプ、メタルハライドランプ、超高圧水銀ランプなどを用いることができる。

#### 【0072】

高効率な照明効率を得られるように、ランプ近傍にランプと一体化して設けられたリフレクタを用いる。図1に図示されていなが、リフレクタにより反射されて「指向性を持った光束」を、光強度を均一化してパネル15上に照射できるように「インテグレート光学系と呼ばれる公知の照度均一化手段」を用い、パネル面上に均一な照明分布の照明を行うようにすることもできる。

#### 【0073】

図1に、ライトバルブとして例示した透過型の液晶パネル15に換えて「反射型の液晶ライトバルブ」を用いる場合は、偏光ビームスプリッタ等を用いて、照明光路と投射光路を分離することにより「効率のよい照明」が可能である。

#### 【0074】

また、ライトバルブとして「デジタル・マイクロミラー・デバイス（DMD）」を用いる場合には「斜め入射光学系や全反射プリズムを使った光路分離光学系」を用いる。このようにライトバルブの種類に応じて適切な光学系を採用できる。

#### 【0075】

フロントタイプのプロジェクタでは、投射画像を上方にシフトさせ、観察者からみて投射画像がプロジェクタの陰にならないようにするのが良い。即ち、投射光学系の光軸（第1の光学系17の光軸）に対して垂直な面内で、ライトバルブ15をシフト（図では下側）し、投射光学系の下方から光束を入射させるようにしている。

#### 【0076】

ライトバルブ15の上記シフト量が大きいほど、第1の光学系17に要求される仕様として、特に有効画角を広くとる必要がある。ライトバルブ15の上記シフト量は必要に応じて適宜の大きさに設定し、第1の光学系17により一旦中間像 I<sub>int</sub>を形成し、正のパワーを有する第2の光学系19により、ライトバルブ15で形成した画像をスクリーン21上に拡大投射する。

#### 【0077】

リアプロタイプでは、投射光路に平面ミラーを配置して、光路を折り曲げ空間

占有率をより小さくすることができることは当然である。

#### 【0078】

なお、上には簡単のため、パネル15を1枚のみ示したが、赤・緑・青用の3枚のパネルを用い、各パネルにより変調された光束を、公知のダイクロイックプリズム等の色合成手段により色合成した後に、第1の光学系17等へ入射させることにより、スクリーン21上にカラー画像を投射することができることは言うまでも無い。

#### 【0079】

##### 【発明の効果】

以上に説明したように、この発明によれば、新規な投射光学系および画像投射装置を実現できる。

#### 【0080】

この発明の投射光学系は、上記の如く、第1、第2の光学系により構成され、ライトバルブにより形成された画像を、第1及び第2の光学系の光路上に中間像として結像させ、この中間像をさらに拡大して投射するので、大きな投射倍率を実現でき、第1の光学系が屈折光学系を含むので、色合成プリズムを用いた場合においても色分散特性を利用して色収差補正が可能であり、結像光束の光路を第2の光学系の含む反射面で折返すのでコンパクトに構成できる。

#### 【0081】

従って、この発明の投射光学系を用いる画像投射装置は、コンパクトに構成でき、結像光束の光路を装置空間内において長くとれるため、装置外の投影空間を縮小しながら大サイズの画像を投射表示できる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

投射光学系と画像投射装置の実施の1形態を説明するための図である。

#### 【図2】

図1に示す実施の形態の投射光学系を説明するための図である。

#### 【図3】

請求項2記載の発明を説明するための図である。

## 【図 4】

請求項 2 記載の発明を説明するための図である。

## 【図 5】

請求項 3 記載の発明を説明するための図である。

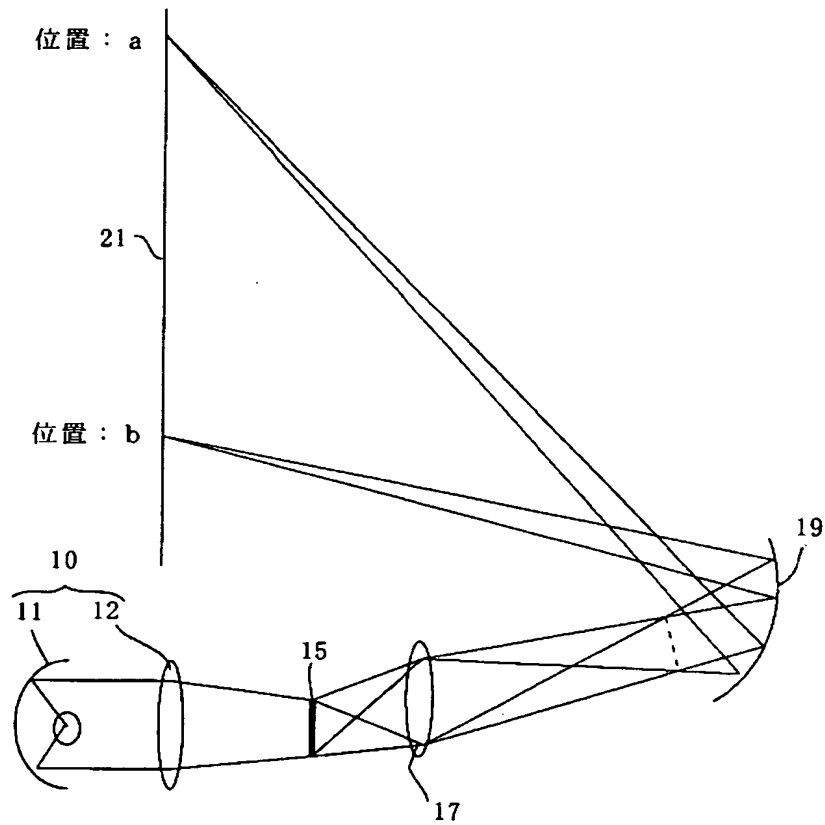
## 【符号の説明】

- |     |          |
|-----|----------|
| 1 0 | 光源       |
| 1 5 | ライトバルブ   |
| 1 7 | 第 1 の光学系 |
| 1 9 | 第 2 の光学系 |
| 2 1 | スクリーン    |

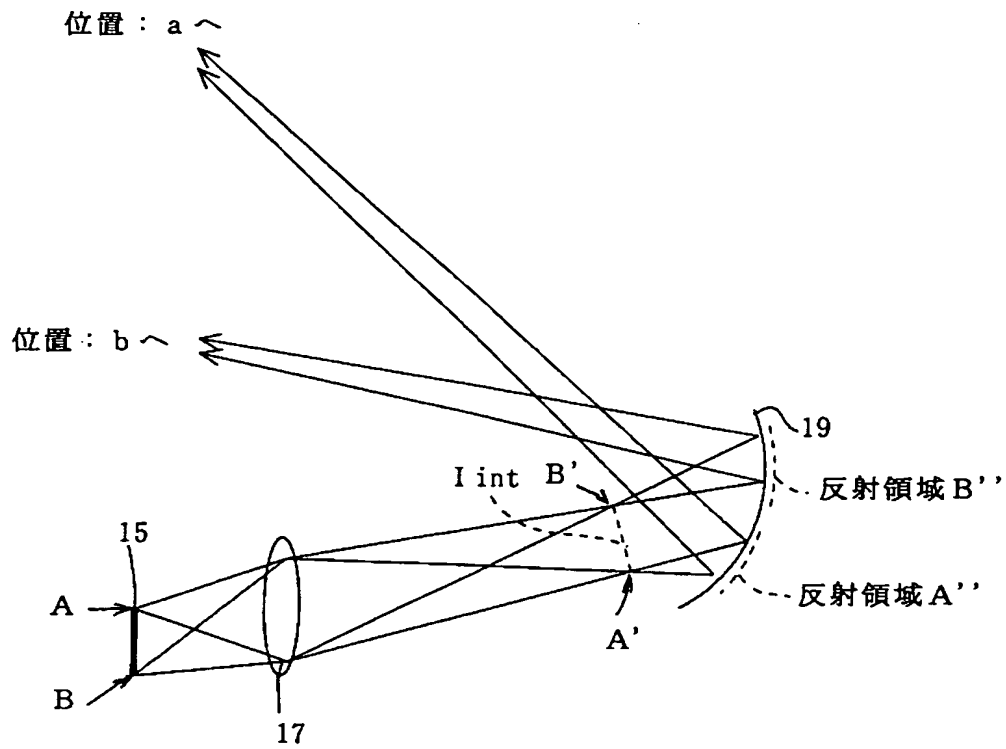
【書類名】

図面

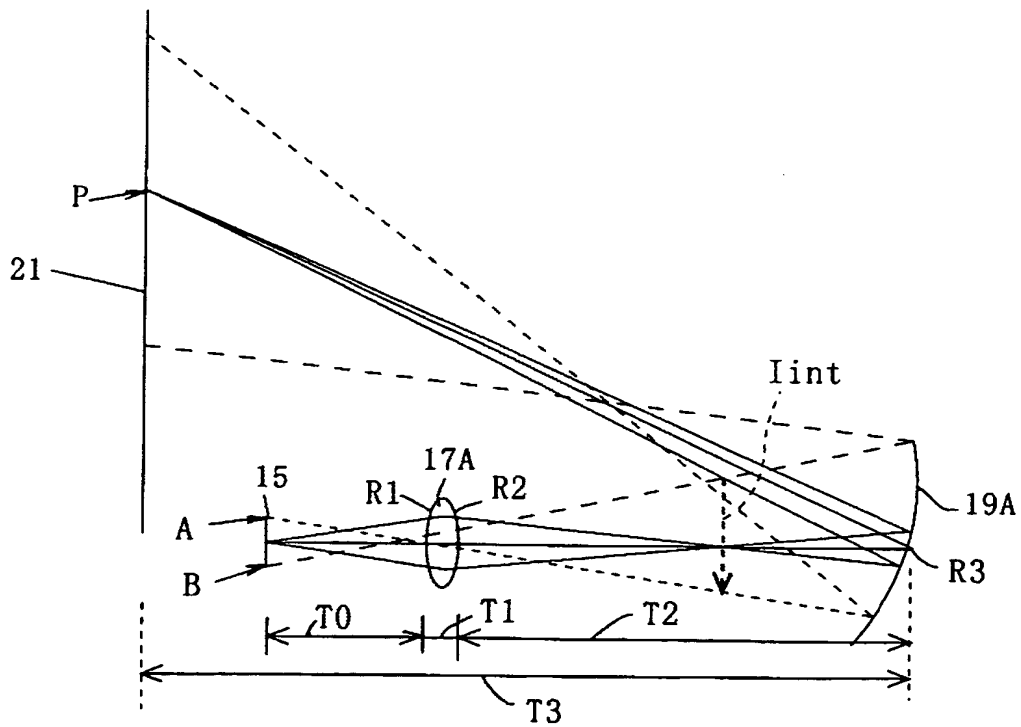
【図 1】



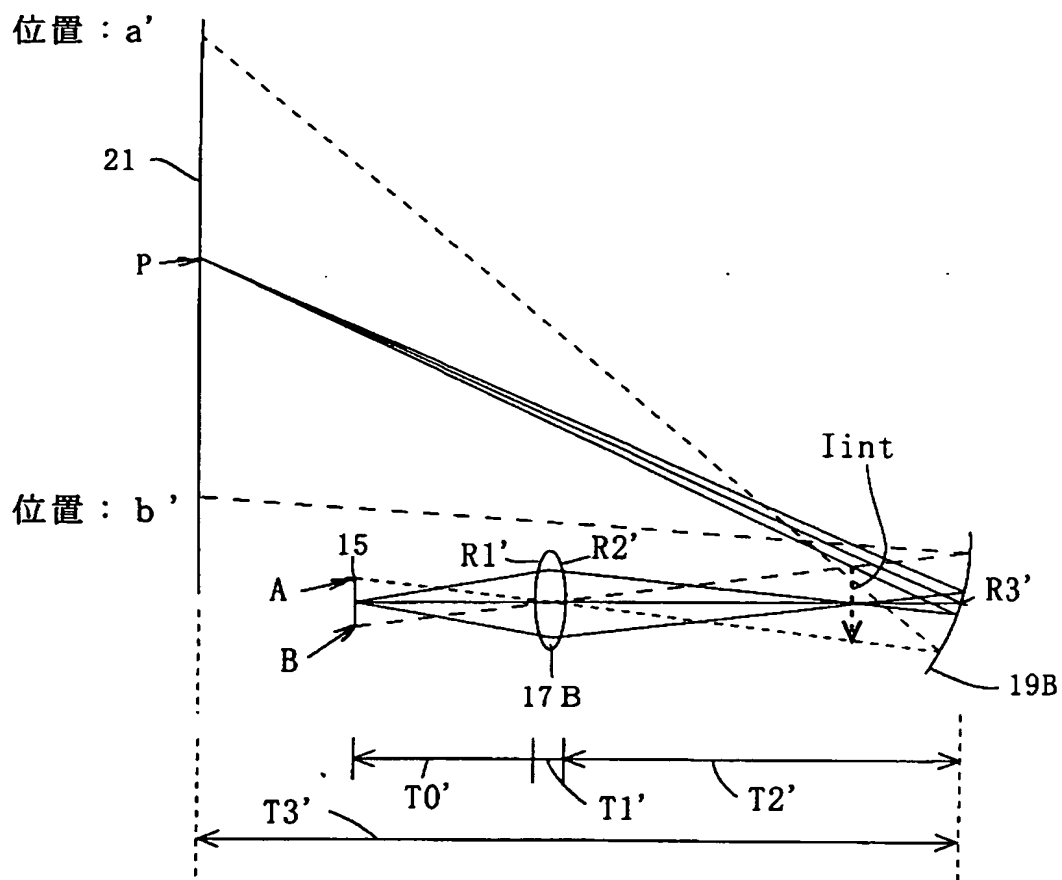
【図 2】



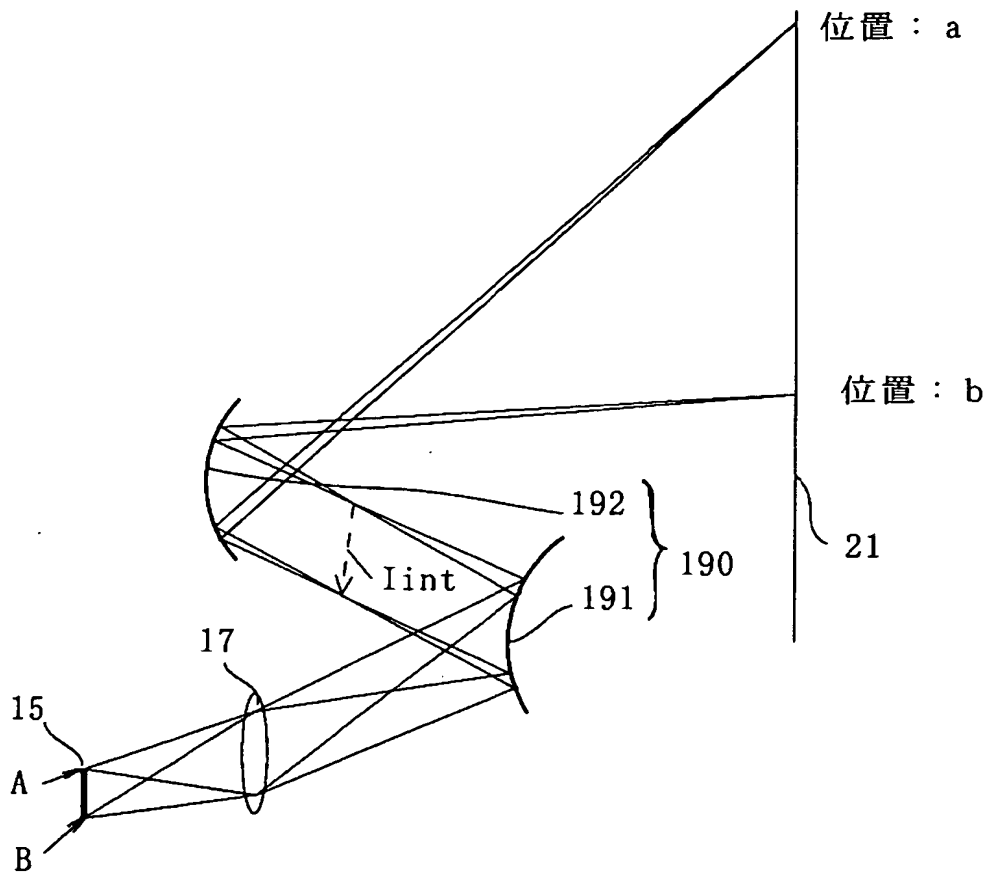
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 投射画面の大画面化を図りつつ、投射装置外の投影空間を縮小するために、反射面を含む結像光学系を採用しつつ、色収差も補正可能な投射光学系およびこのような投射光学系を用いる画像投射装置を実現する。

【解決手段】 ライトバルブ 15 の投影側にライトバルブの側から第 1、第 2 の光学系 17、19 を上記順序に配する。第 1 の光学系 17 は 1 以上の屈折光学系を含み、正のパワーを有し、第 2 の光学系 19 はパワーを有する反射面を 1 以上含み、正のパワーを有する。ライトバルブ 15 により形成された画像を第 1 及び第 2 の光学系の光路上に中間像  $I_{int}$  として結像させ、中間像  $I_{int}$  をさらに拡大してスクリーン 21 上に投射する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 2 9 6 0 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 7 4 7 ]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 5 月 1 7 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号

氏 名

株式会社リコー